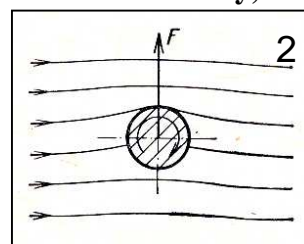


## Plachetnice bez plachet

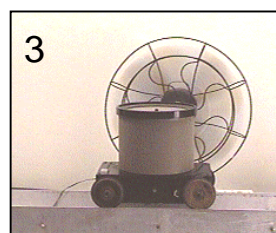
Tentokrát jsem si vzal na mušku jev, který v praktických důsledcích zná každý, kdo



provozuje kopanou, golf, baseball či tenis. Všechny ty fotbalové „šajtle“, tenisové topspiny, či čopy (o golfu nevím zblo, kromě toho, že stylová čepička stojí osm stovek) jsou založeny na jevu, jehož si povšimli poprvé dělostřelci (pravděpodobně někdy v 17. století). Zarazilo je, že se letící dělová koule někdy prapodivně



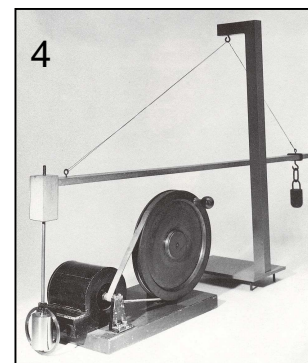
odchyluje od přímého směru. Významný německý fyzik, profesor berlínské univerzity *Heinrich Gustav Magnus* (1802-1870, obr. 1), zkoumal souvislost mezi rotací dělové koule, později dělostřeleckého náboje roztočeného drážkovaným vývrtem hlavně, a okolním vzduchem. Popsal jev, který dnes nese jeho jméno – Magnusův.



Magnusův jev je způsoben třením mezi rotujícím tělesem a okolním vzduchem, který ono těleso obtéká. Na obr. 2 je naznačen celý děj: jestliže je rotující válec (či koule) ofukován proudem vzduchu (nebo se vůči okolnímu vzduchu pohybuje), působí na válec síla  $F$  téměř kolmá ke směru proudění. Vlivem tření se na jedné straně válce proud vzduchu urychlí, a tedy podle zákona zachování energie klesne jeho tlak, na straně druhé se zpomalí a zde vznikne přetlak. Rozdílem těchto tlaků tedy vzniká zmíněná síla. Na obr. 3 je pokus, kdy je na vozíku rotující válec, který ofukujeme ventilátorem. Vozík se vlivem vzniklé síly dá do pohybu. Původní Magnusova aparatura je na obr. 4 (rotující válec je zavěšen vlevo dole, ventilátor byl poháněn ručně přes řemenový převod).

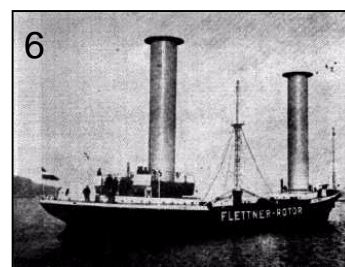


Pro zajímavost dodejme, že kolem válce vzniká vír a nastává tzv. cirkulace rychlosti (teoreticky poprvé popsána *Kuttou* a *Žukovským*). Tato cirkulace nastává i kolem tělesa, které nerotuje, ale má vhodný profil – např. kolem křídla letounu. I zde pak vzniká na spodní straně přetlak a na vrchní podtlak, výsledkem je aerodynamická vztlaková síla.



Zůstaňme však u rotujících válců. Praktické využití Magnusova jevu není pouze při dělostřelbě a sportu. Zajímavým příkladem je právě „plachetnice bez plachet“ zmíněná v nadpisu článku. Jejím vynálezcem je jiný významný německý fyzik *Anton Flettner* (1885-1961, obr. 5). V letech 1919-1920 vyvinul tzv. rotorovou loď (obr. 6). Na 52 m dlouhý trojstěžník *Buckau* nechal místo stěžňů s plachtami upevnit dva vysoké plechové válce (18 m, průměr 270 cm), každým otáčel vznětový motor o výkonu asi 45 koní. Vhodný boční vítr pak způsobil, že loď (přejmenovaná na *Baden-Baden*) plula vpřed. Současně byla stavěna 3rotorová 92 m dlouhá loď *Barbara*. (Zajímavé je, že před tímto vynálezem se Flettner zabýval myšlenkou kovových plachet).

Flettnerovy rotory vážily sedm tun, v porovnání s 35 tunami původní takeláže (oplachtění) to byla zajímavá úspora. Aby Flettner dokázal životaschopnost vynálezu, vyvolal závod s klasickou plachetnicí, který vyhrála rotorová loď *Baden-Baden*. Na jaře 1926 urazila loď trasu z Hamburku do New Yorku se zastávkou na Kanárských ostrovech. Loď *Baden-Baden* neskončila příliš slavně; byla prodána, přestavěna opět na plachetnici a stopa mizí v roce 1931 v Karibiku.



Myšlenka rotorové lodě se příliš neujala. Vynořila se opět v 70. letech v souvislosti

s ropnou krizí. Nejznámější aplikací Flettnerových rotorů v námořní plavbě byly lodě, které využíval známý vědec *Jacques Yves Cousteau*. Jednu z nich, elegantní *Alcyone* (délka 31,10 m), ukazuje obr. 7. S nasazením Flettnerových rotorů se dnes uvažuje také v souvislosti



s větrnými elektrárnami, ale to si případně necháme na jindy. Vraťme se krátce ještě k A. Flettnerovi.

A. Flettner byl nadaným matematikem, fyzikem i technikem. V průběhu první světové války se zabýval vyvažováním letadel, tzv. trimem, jeho zlepšení se uplatnila i u lodních kormidel. Mimo jiné vynalézal německý tank. Po válce se stal ředitelem Institutu pro aero a hydrodynamiku v Amsterdamu, kde působil do roku 1931. V letech 1962-1945 byl prezidentem letecké

továrny v Berlíně a úspěšně se zabýval vývojem dvourotorové helikoptéry. Po 2. světové válce spolupracoval (jako mnoho německých vědců) s americkou armádou právě v oblasti vrtulníků.

Použito:

*Forscher und Erfinder aus Naturwissenschaft und Technik im Deutsches Museum*. Bonn : INTER NATIONES, 1985.

*Baden-Baden*. [online]. [cit. 2005-05-25]. Dostupné na World Wide Web [http://college.hmco.com/history/readerscomp/ships/html/sh\\_009400\\_badenbaden.htm](http://college.hmco.com/history/readerscomp/ships/html/sh_009400_badenbaden.htm)

GRAVEN, E. *Anton Flettner*. [online]. [cit. 2005-05-25]. Dostupné na World Wide Web [http://www.helis.com/pioneers/f\\_flet.php](http://www.helis.com/pioneers/f_flet.php)

Foto

Alcyone:

<http://perso.wanadoo.fr/b.mauric/fiches%20navires/Navires%20Sp%E9ciaux%20-%20Alcyone.htm>

A konečně na stránce <http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/cyl.html> je velmi pěkný Java simulátor Magnusova jevu

Ing. Josef Gruber

Publikováno ve Zpravodaji SPŠ strojnické, Plzeň v květnu 2005.